

MENU

SEARCH

INDEX

1/1



JAPANESE PATENT OFFICE

PATENT ABSTRACTS OF JAPAN

(11)Publication number: 08083945

(43)Date of publication of application: 26.03.1996

(51)Int.Cl.

H01S 3/036

H01S 3/225

(21)Application number: 06216908

(71)Applicant:

TOSHIBA CORP

(22)Date of filing: 12.09.1994

(72)Inventor:

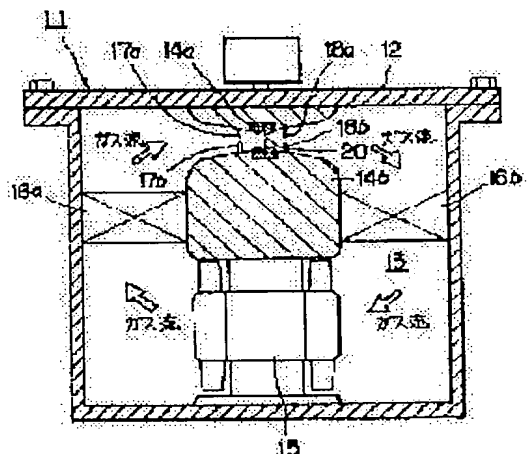
KOSUGI SHINICHIRO
GOTO TATSUMI

(54) EXCIMER LASER OSCILLATOR

(57)Abstract:

PURPOSE: To improve the flowing velocity of laser gas by making the flow of the gas in a discharge unit uniform by forming a plurality of recesses on the outer surfaces of discharge electrodes.

CONSTITUTION: A pair of discharge electrodes 14a, 14b are formed of a plurality of dimples 20 of circular recesses of a circular shape in a flat surface shape on the semispherical outer surface. Thus, the flowing velocity of laser gas near the electrodes 14a, 14b approaches the flowing speed value at the center between the electrodes 14a and 14b. Accordingly, when the flowing velocities near the electrodes 14a, 14b are set to necessary minimum limit values, the velocities of the gas at the center of the electrodes 14a, 14b are not largely altered from those at the wall, and hence waste is reduced. The decrease in the flow rate of the blower 15 contributes to the reduction in the power of the blower, thereby improving the entire efficiency of the laser oscillator 11.



LEGAL STATUS

[Date of request for examination] 12.09.1994

[Date of sending the examiner's decision of rejection]

[Kind of final disposal of application other than the examiner's decision of rejection or application converted registration]

[Date of final disposal for application]

[Patent number] 2714357

[Date of registration] 31.10.1997

[Number of appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of requesting appeal against examiner's decision of rejection]

[Date of extinction of right]

Copyright (C); 1998 Japanese Patent Office

MENU

SEARCH

INDEX

35.C 13974

DIALOG(R) File 347:JAPIO
(c) 1999 JPO & JAPIO. All rts. reserv.

05128445 **Image available**
EXCIMER LASER OSCILLATOR

PUB. NO.: 08-083945 [J P 8083945 A]
PUBLISHED: March 26, 1996 (19960326)
INVENTOR(s): KOSUGI SHINICHIRO
 GOTO TATSUMI
APPLICANT(s): TOSHIBA CORP [000307] (A Japanese Company or Corporation), JP
 (Japan)
APPL. NO.: 06-216908 [JP 94216908]
FILED: September 12, 1994 (19940912)
INTL CLASS: [6] H01S-003/036; H01S-003/225
JAPIO CLASS: 42.2 (ELECTRONICS -- Solid State Components)
JAPIO KEYWORD: R002 (LASERS)

ABSTRACT

PURPOSE: To improve the flowing velocity of laser gas by making the flow of the gas in a discharge unit uniform by forming a plurality of recesses on the outer surfaces of discharge electrodes.

CONSTITUTION: A pair of discharge electrodes 14a, 14b are formed of a plurality of dimples 20 of circular recesses of a circular shape in a flat surface shape on the semispherical outer surface. Thus, the flowing velocity of laser gas near the electrodes 14a, 14b approaches the flowing speed value at the center between the electrodes 14a and 14b. Accordingly, when the flowing velocities near the electrodes 14a, 14b are set to necessary minimum limit values, the velocities of the gas at the center of the electrodes 14a, 14b are not largely altered from those at the wall, and hence waste is reduced. The decrease in the flow rate of the blower 15 contributes to the reduction in the power of the blower, thereby improving the entire efficiency of the laser oscillator 11.

(19) 日本国特許庁 (J P)

(12) 公 開 特 許 公 報 (A)

(11) 特許出願公開番号

特開平8-83945

(43) 公開日 平成8年(1996)3月26日

(51) Int.Cl.⁶

H 0 1 S 3/036
3/225

識別記号

庁内整理番号

F I

技術表示箇所

H 0 1 S 3/ 03
3/ 223

J
E

審査請求 有 請求項の数7 O L (全 8 頁)

(21) 出願番号 特願平6-216908

(22) 出願日 平成6年(1994)9月12日

(71) 出願人 000003078

株式会社東芝

神奈川県川崎市幸区堀川町72番地

(72) 発明者 小杉 伸一郎

神奈川県横浜市鶴見区末広町2の4 株式
会社東芝京浜事業所内

(72) 発明者 後藤 達美

東京都港区芝浦一丁目1番1号 株式会
社東芝本社事務所内

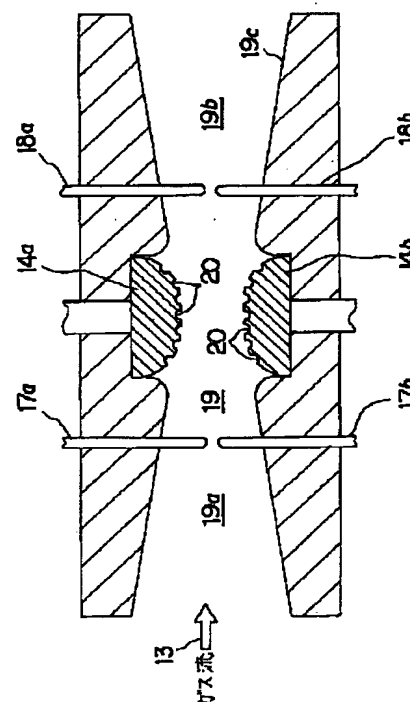
(74) 代理人 弁理士 波多野 久 (外1名)

(54) 【発明の名称】 エキシマレーザ発振装置

(57) 【要約】

【目的】レーザガス流路に境界層が形成ないし発達するのを低減ないし防止し、レーザガス循環に必要な送風動力を低減し、エキシマレーザ発振効率を向上させる。

【構成】レーザガス13の流路19に接する一対の放電電極14a、14bの外面に、ディンプル20を形成する。



【特許請求の範囲】

【請求項1】 本体ケース内のレーザガスを冷却自在に循環せしめる装置と、前記レーザガスの流路でパルス放電してこのレーザガスを励起する一対の放電電極とを有するエキシマレーザ発振装置において、前記放電電極の外面に複数の凹部を形成したことを特徴とするエキシマレーザ発振装置。

【請求項2】 放電電極よりも下流側であって、ガスの流れ方向に沿って末広のレーザガス流路の壁面に、複数の凹部を形成したことを特徴とする請求項1記載のエキシマレーザ発振装置。

【請求項3】 凹部が円形状凹部と溝の少なくとも一方であることを特徴とする請求項1または2記載のエキシマレーザ発振装置。

【請求項4】 円形状凹部は、放電電極の総面積に対する面積比が78.5%以下になるように形成されていることを特徴とする請求項3記載のエキシマレーザ発振装置。

【請求項5】 円形状凹部の直径、または溝の幅が一対の放電電極の放電幅の50%以下に設定されてなることを特徴とする請求項3または4記載のエキシマレーザ発振装置。

【請求項6】 円形状凹部、または溝は、一対の放電電極のカソードに形成されていることを特徴とする請求項3～5のいずれか1項に記載のエキシマレーザ発振装置。

【請求項7】 放電電極の少なくとも一部を透過するX線をレーザガスに照射し、このレーザガスを予備電離せしめるX線管を設ける一方、前記X線が透過する前記放電電極のX線透過部の肉厚を薄くし、この薄肉部外面に円形状凹部または溝を形成したことを特徴とする請求項3～6のいずれか1項に記載のエキシマレーザ発振装置。

【発明の詳細な説明】**【0001】**

【産業上の利用分野】本発明は半導体製造などに使用されるエキシマレーザを発生せしめるエキシマレーザ発振装置に係り、特に、一対の放電電極等を改良したエキシマレーザ発振装置に関する。

【0002】

【従来の技術】従来、この種のエキシマレーザ発振装置の一例としては、図6に示すものがある。このエキシマレーザ発振装置1は、密閉容器である本体ケース2内にレーザガス3を充填し、一対の放電電極4a、4b間のギャップに効率よく高速でレーザガスを流すために、一対の放電電極4a、4bのギャップを狭隘に絞る一方、それ以外のガス流路は広く取って流路抵抗を減少させ、レーザガス3を送風機5により例えば図中の矢印方向に循環させ、放電により加熱されたレーザガス3を図中左右一対の熱交換器6a、6bにより冷却するようになっ

ている。

【0003】そして、図7にも示すようにレーザガス3が例えば図中左から右に流されると、このレーザガス3は、一対の放電電極4a、4bのパルス放電により加熱され、かつイオン化するが、このガスと、電極スパッタリングによって生じる金属蒸気とを放電部から除去するために、レーザガス3がパルス繰り返し数に応じた速度で流される。

【0004】また、かかる放電は例えば2対の予備電離電極7aと7b、8aと8bから、放電電極4a、4bの順に行なわれ、予備電離電極7aと7b、8aと8bでは瞬間的に非常に強いアーク放電が行なわれて、紫外光を発生させ、この紫外光の光電離作用により放電電極4a、4b間のレーザガス3を予備電離する。次に、一対の放電電極4a、4b間でグロー放電が行なわれて、レーザガス3が励起され、レーザ光が紙面に垂直方向に取り出される。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、このような従来のエキシマレーザ発振装置1では、本体ケース2内のレーザガス3の流れに境界層が発達し易いという課題がある。

【0006】つまり、一対の放電電極4a、4b回りの放電部の狭いギャップに効率よくレーザガス3を高速で流すために、放電部の上流側では、放電部に向かってガス流路を絞って縮小させる一方、放電部よりも下流側では再びガス流路を拡大している。このため図7に示すようにレーザガス3の上流側流路断面面積が断面A-Aまでは縮小する一方、断面B-B以後の下流側流路断面面積がガス流れ方向に沿って次第に広がっていくので、ガス流断面A-Aまでが加速流となる一方、断面B-B以降は減速流となり、断面B-B以降は境界層9が発達し易い。つまり、レーザガス3の流路断面面積が最小となる断面A-A以降急速に境界層9が発達する。

【0007】したがって、レーザガス3の流速分布は図8(A)に示すように、断面A-Aでは流速分布が縮小流路であるためにほぼ均一になる。しかし、図8(B)に示すようにレーザガス3の流路断面B-Bでは境界層9の発達により、流路壁面、例えば上、下壁面近くでの流速分布は遅くなってしまう。

【0008】ところで、エキシマレーザ1では一対の放電電極4a、4b間のレーザガス3を放電励起し、レーザ出力を得るが、この放電励起には、通常数気圧の高ガス圧力下において非常に高いエネルギー密度の放電入力が必要とする。高エネルギー密度の放電ではガス温度は瞬時に高温となり、放電は不安定になり易い。このため放電は数100nsしか持続できず間欠的パルスでしか運転できない。

【0009】また、一対の放電電極4a、4bの放電後の高温になったレーザガス3はそのガス流により放電部

から除去され、新しいガスが放電部に連続的に供給されて入れ替るが、境界層9の発達により下流側流路壁面付近のガス流速が著しく低下するため一對の放電電極4 a, 4 b表面のレーザガス3の入れ替えが効率よく行なわれなかった。そのため放電部流速を必要以上に高めて放電部のガスの入れ替えを行なっている。

【0010】しかし、レーザガス3の循環に必要な動力は一般にガス流速の3乗に比例するうえに、従来のエキシマレーザ発振装置1では理論上必要な放電部流速に対して現実にはその理論値の5~10倍のガス流速を安定に運転するために流している。そのため、理論的に必要なガス循環動力の100倍から1000倍の動力をガス循環のために浪費している。

【0011】また、放電部にはパルス繰返し数に応じてレーザガス3を流しているが、これは局所的な放電集中の抑止、および放電部構造体の冷却を主目的としている。つまり、放電集中はレーザ出力を低下させ、さらに放電電極4 a, 4 bを損傷し、レーザガスの劣化を早めるので、放電集中の抑止は重要な技術課題となっている。

【0012】ところで、エキシマレーザ発振装置1の放電では予備電離7 aと7 b, 8 aと8 bにより紫外光を発生させ、その光電離作用により一對の放電電極4 a, 4 b間を流れるレーザガス3を電離する。このとき生成された初期電子は、放電電極4 a, 4 bへの電圧印加の初期段階では電解によりアノード方向に移動すると共に、カソード近傍の電子も移動するのでカソード表面上に電子欠乏層ができる。

【0013】しかし、この電子欠乏層が厚いと放電集中が起きる(V.G.Geinman,他6名著、「Formation of self-sustained volume discharges in large interelectrode gaps.」Sov.Phys.Tech.Phys.,Vol.30,Dec.1985,pp1394-1397 参照)。

【0014】したがって、従来のエキシマレーザ発振装置1では高繰返しパルス放電により運転すると、放電電極4 a, 4 bの数ヵ所に電流が集中する場所が生じ、電気回路の特性として高繰返し運転では放電電極4 a, 4 bへの電圧印加がパルス繰返しの遅い場合よりもゆっくり起きる。この電圧印加速度が遅いと、電子欠乏層が厚くなり電流の集中が生じる。電流の集中が生じると放電電流が有効に使用されず、レーザ発振効率が悪くなってしまう。

【0015】また、従来の放電電極4 a, 4 bの外表面が平滑であるので、長期間使用すると、放電的作用により一点から数点の放電集中部が発生し、放電によるレーザガス励起が一部に集中し、レーザガス3の励起効率が悪化してしまう。

【0016】本発明は上記の問題点を解決するためになされたもので、その目的は放電部におけるレーザガスの流れを均等化してその流速を向上させることができる高

効率のエキシマレーザ発振装置を提供することを目的とする。

【0017】

【課題を解決するための手段】本発明は上記課題を解決するために次のように構成される。

【0018】本願の請求項1に記載の発明は、本体ケース内のレーザガスを冷却自在に循環せしめる装置と、前記レーザガスの流路でパルス放電してこのレーザガスを励起する一對の放電電極とを有するエキシマレーザ発振装置において、前記放電電極の外表面に複数の凹部を形成したことを特徴とする。

【0019】また、本願の請求項2に記載の発明は、放電電極よりも下流側であって、ガスの流れ方向に沿って末広のレーザガス流路の壁面に、複数の凹部を形成したことを特徴とする。

【0020】さらに、本願の請求項3に記載の発明は、凹部が円形状凹部と溝の少なくとも一方であることを特徴とする。

【0021】さらにまた、本願の請求項4に記載の発明は、円形状凹部は、放電電極の総面積に対する面積比が78.5%以下になるように形成されていることを特徴とする。

【0022】また、本願の請求項5に記載の発明は、円形状凹部の直径、または溝の幅が一對の放電電極の放電幅の50%以下に設定されてなることを特徴とする。

【0023】さらに、本願の請求項6に記載の発明は、円形状凹部、または溝は、一對の放電電極のカソードに形成されていることを特徴とする。

【0024】さらにまた、本願の請求項7に記載の発明は、放電電極の少なくとも一部を透過するX線をレーザガスに照射し、このレーザガスを予備電離せしめるX線管を設ける一方、前記X線が透過する前記放電電極のX線透過部の肉厚を薄くし、この薄肉部外面に円形状凹部または溝を形成したことを特徴とする。

【0025】

【作用】放電電極の外表面、または、その下流側のレーザガスの流路壁面には、円形状凹部であるディンプルや溝等の凹部を形成しているため、これら凹部でレーザガスの流れに乱れが発生する。このレーザガスの乱れによってガス流路壁面付近の低い速度(運動量)のレーザガスは流れ中心部に流れ込み、逆に中心部の大きな速度(運動量)のレーザガスは流路壁面付近に流れ込む。そのため運動量の異なるレーザガス同士の混合が発生するので、境界層の発達を防止ないし低減して放電部のレーザガスの流速が均一化される。特に、レーザガス流路壁面付近のガス流速が改善されるので、放電部のレーザガスの入れ替え効率が良くなり、送風機の風量を低くしても、そのガスの入れ替えが充分に行なわれる。そのため、送風機風量を下げることができる。送風機動力は送風機風量の例えばほぼ3乗に比例するので、送風機風量を若干で

5

も下げること送風機動力の大幅な低減につながり、レーザ発振装置全体の効率を著しく向上させることができる。

【0026】

【実施例】以下、本発明の実施例を図1～図5に基づいて説明する。なお、図1～図5中、同一または相当部分には同一符号を付している。

【0027】図1は本発明の第1実施例の全体構成を示す縦断面図であり、この図1において、エキシマレーザ発振装置11は密閉容器の本体ケース12内に、レーザガス13を充填する一方、所要の繰り返し周波数でパルス放電する上下一対の放電電極14a、14bと、レーザガス13を本体ケース12内で例えば図中矢印方向に循環せしめる送風機15と、この送風機15の図中左右に配設されて、レーザガス13を冷却せしめる一対の熱交換器16a、16bとを内蔵している。

【0028】また、一対の放電電極14a、14bの図中左右には、上下一対の予備電離電極17aと17b、18aと18bを配設している。図2にも示すように一対の放電電極14a、14b間のギャップには、その垂直方向、つまり、図中矢印方向に流れるレーザガス13の流路19を形成し、この流路19は上流側19aと下流側19bとに向けてそれぞれ次第に拡張するように形成されている。

【0029】そして、一対の放電電極14a、14bは、その半球状外面に、平面形状が円形の円形凹部である複数のディンプル20をそれぞれ形成している。

【0030】このディンプル20には文献(加藤雅弘、他3名著、「球状飛翔体における抗力と揚力、流れの可視化」Vol.7 Suppl.、1987年10月、pp.153-156)に示されるように流体流れの剥離を妨げる効果がある。つまり、ゴルフボールに形成されるディンプルは気流に乱れを発生させ、その乱れによってボール表面付近の低い速度のガス流が流れ中心部に流れ込む一方、流れ中心部の高速度のガスは壁面付近に流れ込む。そのため、壁面近くの上述の壁面近くの遅いガス流と壁面から離れた部分の速いガス流とが混合し、ゴルフボール表面の流速が上がる。流れの剥離とは表面近くの流速が0またはマイナスになった状態をいうので、ディンプルの剥離を妨げる効果はこの乱れの発生による。

【0031】これとはほぼ同様に、一対の放電電極14a、14bの外面のディンプル20も同様にレーザガス13の流れに乱れを発生させ、その乱れによって放電電極14a、14b付近の低い速度(運動量)のレーザガス流は中心部に流れ込み、逆に中心部の大きな速度(運動量)のレーザガス流は壁面付近に流れ込み、これらは混合するので、上述のゴルフボールと同様に、図7で示す従来のエキシマレーザ発振装置1の境界層9の発達を防止ないし低減されて放電部におけるレーザガス13の流速が均一化される。

6

【0032】したがって、レーザガス13の放電部における入れ替え効率が良くなり、送風機15の風量が低くても放電部のレーザガス13の入替えが十分に行なわれるので、送風機風量を下げることができる。このため、従来は、レーザの高繰返し運転をする際、放電電極14a、14b外面近傍のレーザガス13の流速が必要なガス流速になるように、送風機風量を増大させることで対応してきたが、従来は放電電極14a、14b近傍のレーザガス流速を必要最小限の値としても、放電電極14a、14b間中央部での連続ガス流速は必要量を大幅に上回りに無駄になっていた。これに対して本実施例のようにディンプル20を放電電極14a、14bに設けると、放電電極14a、14b近傍のレーザガス流速が放電電極14a、14b間中心部の流速値に近づく。したがって、放電電極14a、14b近傍の流速を必要最小限の値にすると、放電電極14a、14b中心部のガス流速も壁面での流速と大きく変わらないので無駄が少なくなる。また、送風機動力は送風機風量の3乗に比例するので、送風機15の風量を若干でも下げること送風機動力の大幅な低減につながり、レーザ発振装置11全体の効率を著しく向上させることができる。

【0033】ところで、ディンプル20を放電電極14a、14bの外面に形成することによりディンプル20のエッジ部に電界が集中するので、ディンプル20のエッジ部に電流が集中する可能性が高くなる。しかも、この電界集中が一点に集中する場合や、この集中部の電極表面全体に対する面積比が非常に小さい場合は、レーザ出力が低下してしまう。図7で示す従来の放電電極14a、14bの場合、その外面が平滑であるので、長期間使用すると、放電作用により一点から数点の放電集中部が発生し、放電によるレーザガス励起が一部に集中し、レーザガスの励起効率が悪くなってしまう。

【0034】これに対し、ディンプル20を放電電極14a、14bの外面に設けた本実施例の場合は、電界集中部が電極表面に満遍なく分布することになり、放電は長期的に安定化し、放電によるレーザガス励起も均一に行なわれる。

【0035】なお、上記ディンプル20は放電電極14a、14b外面のレーザガス流に乱れを与えるために形成したものであるから、レーザガス13の流れを乱す形状であれば、ディンプル20の代りに複数の溝を放電電極14a、14bの外面に形成してもよく、上記実施例とはほぼ同様の効果を得ることができる。この溝は碁盤目状に形成してもよいし、スパイラルにしてもよい。またこれら、溝、ディンプル20の形状は、突起でなければどのような形状であってもよく、また、一対の放電電極14a、14bのカソードとアノードとで形状を変えてもよい。なお、突起でも流体力学的には同様の効果を得ることができるが、突起とした場合、放電時に電流が突起に集中し、アーク状放電になり易い。この場合に、レ

7

ーザ出力は低下するがレーザ発振をすることはできる。
 【0036】そして、上記第1実施例の場合、放電電極14a、14bの外面に形成した各ディンプル20のサイズが大き過ぎると、ディンプル20の凹部のレーザガスが放電励起されなくなってしまう、上記効果が得られなくなる場合がある。つまり、各ディンプル20のサイズは少なくとも放電幅（放電間距離）よりも小さい直径（溝の場合は幅）であることが必要であり、放電幅の50%以下が適当な大きさである。またディンプル20のピッチも放電に関係するディンプル凹部を除く部分の面積があまり小さくなると、放電の不安定を招くため、ディンプル20の凹部の総面積が放電電極14a、14bの総面積に対する面積比が78.5%以下であることが必要である。

【0037】図3は本発明の第2実施例の要部縦断面図であり、これは電極部の下流側のレーザガス流路19bの内壁面19cにも複数のディンプル20aを形成した点に特徴がある。

【0038】この第2実施例によれば、下流側レーザガス流路19bの壁面19cにこのように複数のディンプル20aを設けることによりレーザガス13の流れの剥離を防止することができる。つまり、レーザガス13の流れが剥離してしまった場合は、その流路壁面近傍でレーザガス13が停滞する。放電後のレーザガス13は電離しており、また金属蒸気を含むので電気抵抗が低い。したがって、レーザガス13が放電電極14a、14bの近傍で滞留した場合、その電気抵抗の低い部分を放電電流が流れるので、レーザガス13が有効に励起されなくなり、レーザ発振効率を悪化させる。

【0039】これに対し、この第2実施例では一対の放電電極14a、14b外面と流路壁面19cとにディンプル20、20aを設けるので、レーザガス13の循環が良好になり、このために、放電電流がレーザガス13の励起に有効に使われ、レーザ発振効率を向上させることができる。

【0040】図4は本発明の第3実施例の要部縦断面図であり、この実施例は上記第1実施例における予備電離電極17aと17b、18aと18bをX線管21に置換した点に特徴がある。このX線管21は一対の放電電極14a、14bの一方、例えば14b内へ、その裏面の凹部14b1より挿入されて、その先端よりも先方の透過部14b2を透過してレーザガス13にX線を照射してレーザガス13を予備電離するものである。

【0041】そして、一方の放電電極14bのX線透過部14b2の外面にも複数のディンプル20または溝を設けている。このために、ディンプル20または溝がX線管21からのX線を散乱させる効果を持つので、レーザガス13をより均一に予備電離でき、放電がより均一になるので、レーザガス13の励起効率を向上させることができる。また、図5に示すように、放電電極のX線

8

透過部14b2の肉厚をより薄くすることにより、この部分のX線透過率を上げて予備電離効率をさらに高め、レーザガス励起効率を向上させることができる。

【0042】なお、高繰返し運転のエキシマレーザではレーザガス13の流速が非常に速い。この場合、放電電極14a、14b間の流路19に流れるレーザガス13の流れは完全に乱流となり、境界層9（図7参照）はあまり発達しない。このような場合にも放電電極14a、14bのカソード側にディンプル20を設けると、放電集中を防止する効果が得られる。つまり、ディンプル20を設けると、そのディンプル20のエッジ部に電界の集中が起きるが、カソードにディンプル20を設けると、この電界集中部からの電子の放出が、電圧印加の初期段階から起きる。そして、前述したように高繰返し運転時にはカソード表面近傍の電子欠乏層が厚くなり、放電電流集中を引き起こし、レーザ発振効率を下げってしまうが、ディンプル20をカソードに設けると、ディンプルのエッジ部から放出される電子がこれを補い、電子欠乏層が生じない。そのため、高繰返し運転時特有の放電電流の集中を避けることができるので、高繰返し運転時の効率の低下を防ぐことができる。

【0043】

【発明の効果】以上説明したように本発明は、放電電極の外表面、またはその下流側のレーザガスの流路壁面に、円形凹部であるディンプルや溝等の凹部を複数形成したので、これら凹部によりレーザガスの流れに乱流を与えて、その流路に境界層が形成されるのを低減ないし防止することができる。このために、レーザガス循環に必要な送風機動力を低減することができると共に、レーザガス流速を高めて放電領域で加熱されたレーザガスの入替えをスムーズに行なうことができるので、レーザ発振効率を高めることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明に係るエキシマレーザ発振装置の第1実施例の全体構成を示す縦断面図。

【図2】図1の要部拡大図。

【図3】本発明の第2実施例の要部拡大図。

【図4】本発明の第3実施例の要部拡大図。

【図5】本発明の第4実施例の要部拡大図。

【図6】従来のエキシマレーザ発振装置の全体構成を示す縦断面図。

【図7】図6の一部拡大図。

【図8】（A）は図7で示すA-A部のレーザガス流速分布図、（B）は図7で示すB-B部のレーザガス流速分布図。

【符号の説明】

11 エキシマレーザ発振装置

12 本体ケース

13 レーザガス

14a、14b 一対の放電電極

10

20

30

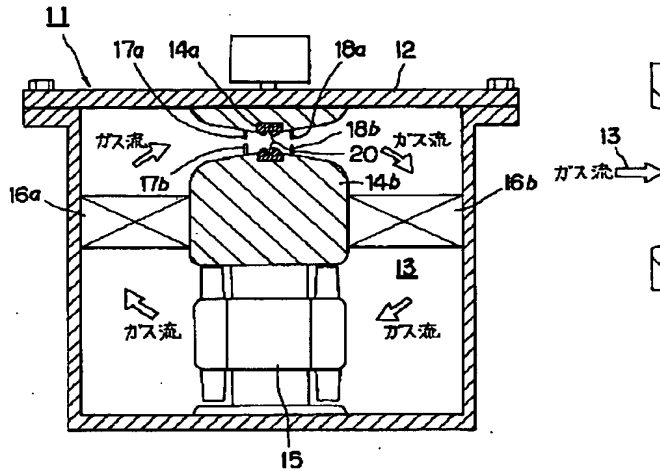
40

50

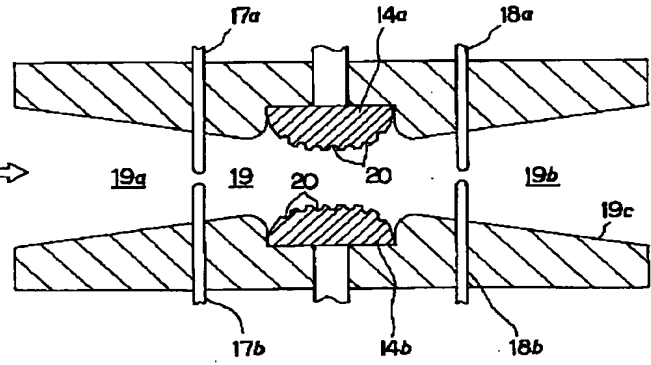
15 送風機
 16a, 16b 熱交換器
 17aと17b, 18aと18b 2対の予備電離電極
 19 流路

19b 下流側流路
 19c 流路壁面
 20, 20a ディンプル

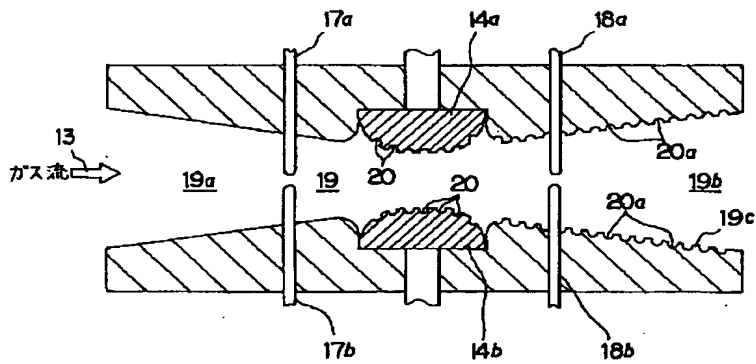
【図1】



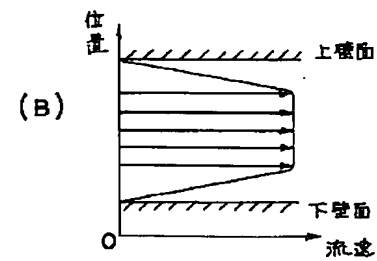
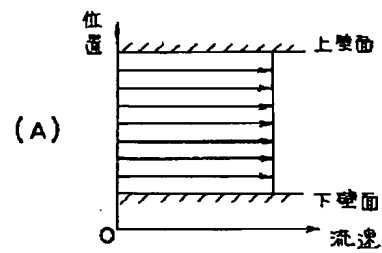
【図2】



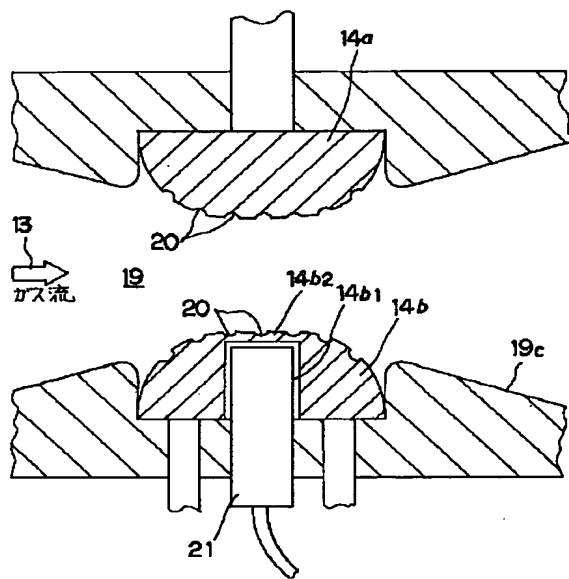
【図3】



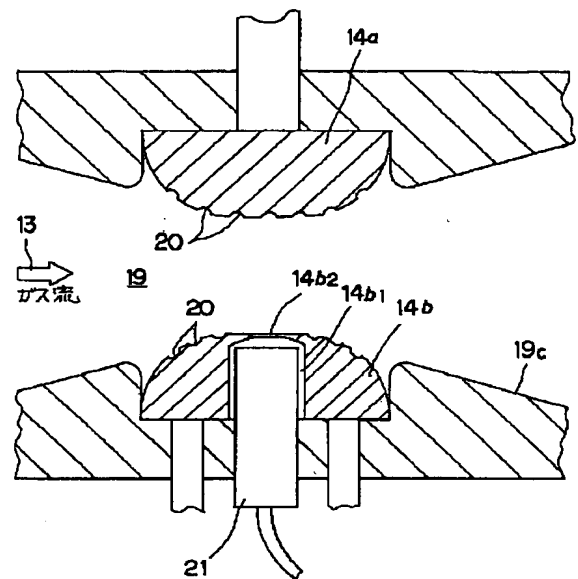
【図8】



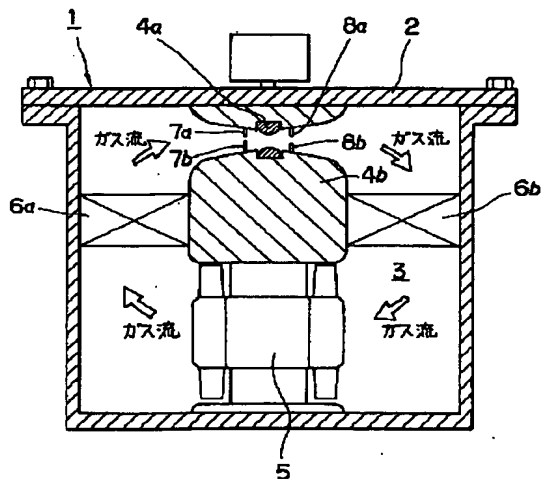
【図4】



【図5】



【図6】



【図7】

